

Ku帯ダイレクトRF受信機におけるLNA電源サンプリングクロック同期化の研究

著者	大和田 健夫
雑誌名	東北大学電通談話会記録
巻	86
号	1
ページ	104-105
発行年	2017-08
URL	http://hdl.handle.net/10097/00121383

修士学位論文要約（平成29年 3 月）

Ku 帯ダイレクト RF 受信機における LNA 電源サンプリングクロック同期化の研究

大和田 健夫

指導教員：末松 憲治

Investigation of Spread Spectrum Communication Network System

Takeo Owada

Super visor: Noriharu SUEMATSU

Direct RF undersampling receivers are studied for the purpose of miniaturization and low power consumption of a receiver. By switching LNA power under synchronization with sampling clock in S/H circuit, direct RF undersampling receiver method can be reduced power consumption. LNA must be switched by the sampling clock which is up to 566.8 MHz for synchronizing to sampling clock. we have fabricated a Ku-band LNA that can turn on within 0.4 ns. However, a synchronization of fabricated LNA and S/H has not demonstrated. In this work, the switching LNA power under the synchronization with sampling clock in Ku-band S/H circuit is evaluated in Ku-band. Coaxial-connection-capable switching LNA module and S/H circuit module are fabricated, connected each other, and evaluated. When the LNA power is turned on and not switched, Output power, SNR, EVM and power consumption are 18.6 dBm, 40.2 dB, 2.1% and 16.9 mW, respectively. On the other hand, when the LAN power is switched by sampling clock, Output power, SNR, EVM and power consumption are 18.8 dBm, 39.7 dB, 2.2% and 7.1 mW, respectively. This measured results shows that LNA power switching using sampling clock can reduces power consumption in the LNA while keeping the output power, SNR, EVM.

1. はじめに

VSAT 受信機の低消費電力化のためダイレクト RF アンダーサンプリング受信方式が研究されてきた．この方式は局部発信機やダウンコンバージョンミキサが不要であるため受信機の低消費電力化が可能となる．Ku 帯 VSAT でこの受信方式を実現させるため，Ku 帯で動作する S/H IC が試作された¹⁾．

更なる低消費電力化のためサンプリングクロックに同期して LNA 電源をスイッチングする方法がある．図 1 にこの方式の受信機構成を示す．Ku 帯 VSAT への適用のため，クロック半周期以内に立ち上がり可能な Ku 帯間欠動作 LNA が試作された²⁾．しかし，間欠動作 LNA IC と S/H IC とは独立に試作済みであり，これらを組み合わせて同期動作させた場合の評価はなされていない．

本研究では，Ku 帯 VSAT 向けに試作された間欠動作 LNA IC と S/H IC を接続して同期動作の実証実験を行うため，各 IC を同軸モジュール化し，それらを組み合わせて同期動作の実証を行う．

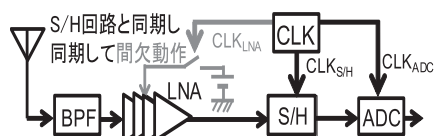
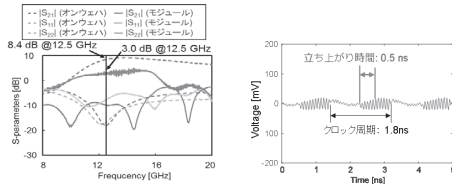


図 1: LNA 電源とサンプリングクロックの同期

2. 同期動作の実証実験用モジュールの設計・試作

LNA 電源と S/H 回路の同期動作の実証実験を行うために，過去に独立に試作された Ku 帯間欠動作 LNA IC と Ku 帯 S/H IC の基板実装を行い，同軸接続可能な回路モジュールの設計・試作した．ボンディングワイヤと高インピーダンス線路を用いるため，それらが最短となるようなレイアウトを行った．試作したモジュールのうち LNA モジュールの試作結果を図 2 に示す．オンウェハよりも利得が低下しているが，クロック半周期以内での出力振幅の立ち上りを確認できる．これより同期動作の実証実験に



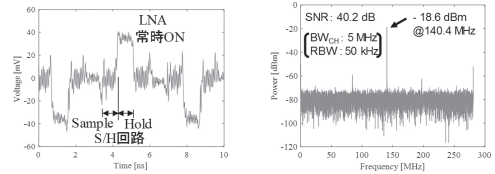
(a) S パラメータ

(b) 時間波形

図 2: 間欠動作モジュールの試作結果

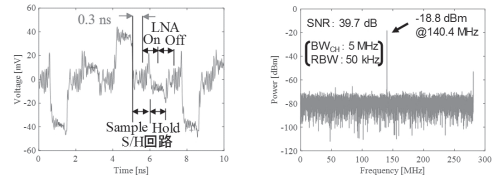
表 1: 同期動作実証実験の評価結果

	Sout [dBm]	SNR [dB]	EVM [%]	LNA Power Consumption [mW]
LNA 常時動作	-18.6	40.2	2.1	16.9
LNA 間欠動作	-18.8	39.7	2.2	7.1



(a) 時間波形 (常時動作)

(b) 周波数スペクトル (常時動作)



(c) 時間波形 (間欠動作)

(d) 周波数スペクトル (間欠動作)

図 3: 無変調波入力時の測定結果

使用可能な間欠動作 LNA モジュールを試作できたことを確認した。

3. Ku 帯間欠動作 LNA と S/H 回路の同期動作の実証

試作した間欠動作 LNA モジュールと S/H 回路モジュールを接続し実施した同期実証実験について述べる。

LNA の出力振幅の立ち上がり完了から OFF となるまでの期間に S/H 回路がホールドをすれば、LNA 常時動作時に対する LNA 間欠動作時の出力振幅の変化は電圧レベルで 90% から 110% の間であるため、出力の変化は -0.9 dB から +0.8 dB までに抑えることができると考えられる。間欠動作 LNA と S/H 回路を同期動作し常時動作時との出力差が小さいことを確認するため、無変調波入力時の出力 SNR の評価を行った。

図 3 に測定結果を示す。常時動作時、SNR は 40.2 dB となった。間欠動作時、SNR は 39.7 dB となった。以上の実証実験の結果に、Ku 帯 VSAT の変調信号を模擬した 4Mbps QPSK 信号の入力時の出力 EVM, LNA の消費電力の測定結果を加え表 1 に示す。常時動作時と間欠動作時で、出力電力, SNR, EVM の変化は -0.9 dB から +0.8 dB の範囲内であるが、消費電力は 16.9 mW から 7.1 mW となり 42% に減少した。

以上より、Ku 帯において間欠動作 LNA を S/H

回路と同期させて間欠動作させる方式の実証を行い、LNA を常時 ON した場合と同等の特性を維持しながら LNA の消費電力を約半分に削減できることを実験的に示した。

4. まとめ

本研究では、ダイレクト RF アンダーサンプリング受信機の消費電力の削減が可能であるサンプリングクロック間欠動作 LNA を同期させる方式の実現性について検討を行った。間欠動作 LNA IC と S/H 回路 IC を同軸接続するためモジュール化し同期動作の実証実験を行った。LNA 常時動作時と間欠動作時で、受信特性を維持しながら消費電力を削減できていることを確認した。以上より、Ku 帯 VSAT 用ダイレクト RF アンダーサンプリング受信機における LNA 電源サンプリングクロック同期方式の実現性を検証した。

文献

- 1) T. Koizumi, et al., in Proc. EuMC2015, EuMC49-02, 2015.
- 2) T. Koizumi, et al., in Proc. GSMM2016, June, 2016.